

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



06 DEC 2004

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
11. Dezember 2003 (11.12.2003)

PCT

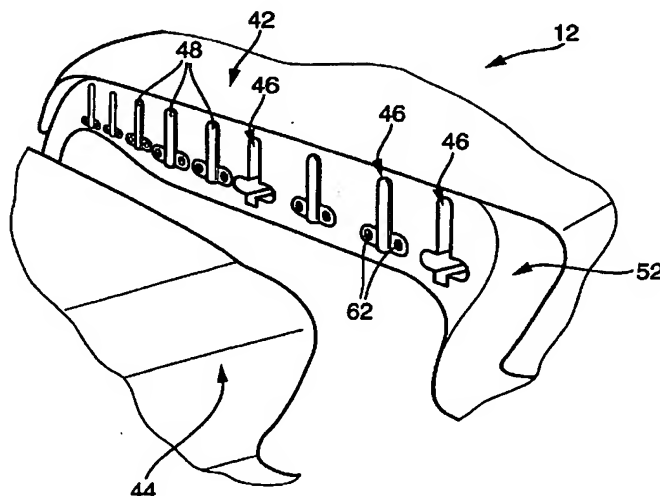
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/101641 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B21D 37/20**
- (21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/EP03/04106**
- (22) Internationales Anmeldedatum:
19. April 2003 (19.04.2003)
- (25) Einreichungssprache: **Deutsch**
- (26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**
- (30) Angaben zur Priorität:
102 24 711.0 4. Juni 2002 (04.06.2002) **DE**
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **DAIMLERCHRYSLER AG** [DE/DE]; Epplestrasse
225, 70567 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **ERHARDT, Bernd**
[DE/DE]; Heinrich-Heine-Weg 4, 71116 Gärtringen (DE).
STIEDL, Josef [DE/DE]; Schlesienstrasse 37, 71069 Sindelfingen (DE). **STRETZ, Mathias** [DE/DE]; Benzstrasse
4, 71063 Sindelfingen (DE).
- (74) Anwälte: **BRÜCKNER, Ingo** usw.; DaimlerChrysler AG,
Intellectual Property Management, IPM - C106, 70546
Stuttgart (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): **JP, US.**
- (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).
- Veröffentlicht:
— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR ADJUSTING THE DEFORMATION GEOMETRY OF A DEFORMATION TOOL IN AN OPTIMISING MANNER, CORRESPONDING DEFORMATION TOOL AND APPROPRIATE TEST TOOL

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM OPTIMISIERENDEN EINSTELLEN EINER UMFORMGEOMETRIE EINES UMFORMWERKZEUGS, ENTSPRECHENDES UMFORMWERKZEUG UND GEEIGNETES VERSUCHSWERKZEUG



(57) Abstract: The invention relates to a method for the optimising adjustment of the deformation geometry of a deformation tool (12) which is used to deform a sheet metal (10), especially a sheet metal for a vehicle body. To this end, the sheet metal (10) is preformed by means of the deformation tool (12) to be adjusted, at least one partial region deformation is then applied to the sheet metal (10) by means of a test tool (16) in order to correct the geometry of the sheet metal, and once the permissible sheet metal geometry is achieved, the geometry of the partial region deformation (14) is used to adjust the deformation geometry of the deformation tool (12).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 03/101641 A1



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Das Verfahren dient zum optimierenden Einstellen einer Umformgeometrie eines zur Verformung eines Blechs (10), insbesondere eines Fahrzeugkarosserieblechs, vorgesehenen Umformwerkzeugs (12). Hierbei ist vorgesehen, dass das Blech (10) mittels des einzustellenden Umformwerkzeugs (12) vorgeformt, anschliessend zur Korrektur der Blechgeometrie mindestens eine Teilbereichsverformung (14) mittels eines Versuchswerkzeugs (16) im Blech (10) eingebracht und nach Erhalten der zulässigen Blechgeometrie die Geometrie der Teilbereichsverformung (14) herangezogen wird zur Einstellung der Umformgeometrie des Umformwerkzeugs (12).

Verfahren zum optimierenden Einstellen einer Umformgeometrie
eines Umformwerkzeugs, entsprechendes Umformwerkzeug und
geeignetes Versuchswerkzeug

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum optimierenden Einstellen einer Umformgeometrie eines zur Verformung eines Blechs vorgesehenen Umformwerkzeugs gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1. Ferner bezieht sich die Erfindung auf ein Versuchswerkzeug zur Durchführung des Verfahrens gemäß Oberbegriff des Anspruchs 12 und auf ein entsprechendes Umformwerkzeug gemäß Oberbegriff des Anspruchs 15.

Ein Verfahren, ein Versuchswerkzeug und ein Umformwerkzeug der eingangs genannten Art sind bekannt. In der DE 41 32 607 A1 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zur sollteilspezifischen Werkzeugeinstellung offenbart. Hierzu werden Werkzeugsätze zur Blechumformung zunächst an einer separaten Einarbeitungspresse unter Simulationsbedingungen eingestellt, um anschließend in einer Produktionspresse zum Einsatz zu kommen. Eine derartige Einstellung eines Umformwerkzeugs ist verhältnismäßig zeitintensiv und aufwendig.

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, das eine relativ einfache und zuverlässige Einstellung der Umformgeometrie eines Umformwerkzeugs erlaubt.

Ferner ist es Aufgabe der Erfindung, ein geeignetes Versuchswerkzeug zur Durchführung des Verfahrens und ein geeignetes Umformwerkzeug vorzuschlagen.

Zur Lösung der Aufgabe ist ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 vorgesehen. Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass das Blech mittels des einzustellenden Umformwerkzeugs vorgeformt, anschließend zur Korrektur der Blechgeometrie mindestens eine Teilbereichsverformung mittels eines Versuchswerkzeugs im Blech eingebracht und nach Erhalten der zulässigen Blechgeometrie die Geometrie der Teilbereichsverformung herangezogen wird zur Einstellung der Umformgeometrie des Umformwerkzeugs.

Dabei wird unter „Vorformen“ des Blechs ein Umformen desselben mittels des Umformwerkzeugs verstanden unter Ausbildung einer Blechgeometrie, die nicht hinreichend exakt einer vorgegebenen Soll-Umformgeometrie entspricht. Beispielsweise kann eine Formabweichung an einem vorgeformten Blech auftreten infolge einer nicht vermeidbaren, elastischen Blechrückverformung, deren Ausmaß insbesondere von den jeweiligen Blechmaterialeigenschaften abhängig ist. Mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es nun möglich, die an einem bereits vorgeformten Blech vorliegenden Geometrie- und/oder Formabweichungen von einer zulässigen Soll-Umformgeometrie auf verhältnismäßig einfache und zuverlässige Weise am selben Blech zu eliminieren und somit die erhaltenen Korrekturdaten für das entsprechend anzupassende Umformwerkzeug, das insbesondere als Serienwerkzeug eingesetzt werden soll, heranzuziehen. Hierzu wird zunächst mittels des Versuchswerkzeugs zur Erzielung einer notwendigen Geometrie- beziehungsweise Formanpassung am vorgeformten Blech, das ein Versuchsblech ist, mindestens eine geeignete Teilbereichsverformung eingebracht. Nach Einstellung einer akzeptablen Blechgeometrie erfolgt eine entsprechende Einstellung beziehungsweise Anpassung der Umformgeometrie des Umformwerkzeugs, so dass selbiges insbesondere als

Serienwerkzeug auch die zur Erzielung einer zulässigen Blechgeometrie notwendige Teilbereichsverformung in das jeweils umzuformende Blech einbringen kann. Das Versuchswerkzeug dient somit als Hilfswerkzeug zum Einbringen und Bestimmen mindestens einer geeigneten Teilbereichsverformung an einem mittels des Umformwerkzeugs vorgeformten Versuchblech, während das hinsichtlich seiner Umformgeometrie zu optimierende Umformwerkzeug nicht für eine derartige Versuchsumformung in einem vorgeformten Versuchsblech eingesetzt wird. Bei dem Blech kann es sich beispielsweise um ein Fahrzeugkarosserieblech handeln.

Mit Vorteil wird die Teilbereichsverformung in mindestens einen Randbereich des vorgeformten Blechs eingebracht. Dies ermöglicht beispielsweise eine Hauptkrümmungsanpassung eines vorgeformten Blechs, zum Beispiel einer mittels des Umformwerkzeugs vorgeformten Motorhaube, die aufgrund ihres materialabhängigen Rücksprungverhaltens nicht hinreichend formgenau ausgebildet ist, so dass durch nachträgliches Einbringen einer geeigneten Teilbereichsverformung mittels des Versuchswerkzeugs in das vorgeformte Blech eine notwendige Form- beziehungsweise Krümmungskorrektur am selben Blech erzielt werden kann.

Eine derartige Korrektur ist verhältnismäßig effektiv mittels Einbringen einer geeigneten Teilbereichsverformung in einem Randbereich des Blechs möglich, der im Wesentlichen senkrecht zur Haupterstreckungsebene des Blechs vorsteht. Hierdurch wird der zugehörige Randbereich in seiner Längserstreckung entsprechend verkürzt, so dass das vorgeformte Blech -nach erfolgter elastischer Blechrückverformung- randseitig derart einer erwünschten Zugbeanspruchung innerhalb der Haupterstreckungsebene unterzogen wird, dass eine einstellbare und hinreichend genaue Formtoleranz des Blechs erzielbar ist.

Vorzugsweise wird die Teilbereichsverformung manuell mittels eines Hilfsumformwerkzeugs in das vorgeformte Blech eingebracht. Dies erlaubt eine handhabungsfreundliche und flexibel an die jeweilige Umformgeometrie anpassbare Einbringung einer geeigneten Teilbereichsumformung in das vorgeformte Blech.

Entsprechend einer bevorzugten Ausführungsvariante wird die Umformgeometrie des Hilfsumformwerkzeugs zur Einstellung der Umformgeometrie des Umformwerkzeugs herangezogen. Das Hilfsumformwerkzeug erlaubt somit eine verhältnismäßig einfache Einbringung einer oder mehrerer Teilbereichsverformungen in das vorgeformte Blech und gleichzeitig im Rahmen einer oder mehrerer Versuchsumformungen eine relativ schnelle Ermittlung einer geeigneten Umformgeometrie am vorgeformten Blech, wobei von der Umformgeometrie des Hilfsumformwerkzeugs direkt auf die zu optimierende Umformgeometrie des insbesondere in der Serienproduktion einzusetzenden Umformwerkzeugs geschlossen werden kann.

Es ist möglich, mindestens zwei Teilbereichsverformungen gleichzeitig und/oder mindestens zwei Teilbereichsverformungen voneinander zeitlich getrennt in das vorgeformte Blech einzubringen. Auch können eine Mehrzahl an voneinander geometrisch unterschiedlich ausgebildeten Teilbereichsverformungen in das vorgeformte Blech eingebracht werden. Diese Variabilität hinsichtlich der geometrischen Ausbildung, der Positionierung und/oder der Einbringreihenfolge der Teilbereichsverformungen am vorgeformten Blech ermöglicht eine zielgerichtete und verhältnismäßig einfach reproduzierbare Umformgeometrieeinstellung zur Erzielung eines hinreichend formgenauen Versuchsblechs.

Die Teilbereichsverformung kann als mindestens eine blechrandoffene Vertiefung ausgebildet sein. Derartige

Vertiefungen sind auch als Sicken bekannt und lassen sich auf relativ einfache Weise auch manuell mittels eines geeigneten Hilfsumformwerkzeugs in das vorgeformte Blech einprägen.

Vorzugsweise wird die sich mittels der Teilbereichsverformung ändernde Blechgeometrie anhand einer Blechgeometrie-Zulässigkeitsprüfung kontrolliert insbesondere unter Einsatz einer Prüfeinrichtung, die beispielsweise eine oder mehrere gegebenenfalls unterschiedliche Formlehren enthalten kann. Dies ermöglicht eine präzise und handhabungsfreundliche Geometrieanpassung mittels des Versuchswerkzeugs an einem vorgeformten Blech.

Das Blech kann ein Metallblech sein insbesondere aus Aluminium oder aus einer Aluminiumlegierung. Bei Aluminiumblechen ist die Neigung zur elastischen Blechrückverformung materialbedingt größer als bei entsprechenden Stahlblechen, so dass die vorteilhafte Wirkung des erfindungsgemäßen Verfahrens besonders bei umzuformenden Aluminiumblechen zur Geltung kommt. Umzuformende Aluminiumbauteile kommen dabei zunehmend im Fahrzeugkarosseriebau zum Einsatz.

Die Aufgabe wird ferner gelöst durch ein Versuchswerkzeug mit den Merkmalen des Anspruchs 12, das dadurch gekennzeichnet ist, dass es einen Trägerkörper, an welchem ein zur Blechumformung verschiebbar geführtes Verstellelement befestigt ist, und mindestens einen Umformeinsatz aufweist. Dabei kann ein jeweiliger, insbesondere austauschbarer Umformeinsatz aus mindestens zwei sich umformgeometrisch im Wesentlichen komplementär ergänzenden Einsatzteilen bestehen, wobei ein erstes Einsatzteil am Verstellelement und ein zweites Einsatzteil am Trägerkörper befestigbar ist. Ein derartiges Versuchswerkzeug erlaubt das gezielte Einbringen einer variabel an die jeweils vorliegenden Geometrieanforderungen angepassten Teilbereichsverformung in das vorgeformte Blech. Es erfolgt somit mittels des

Versuchswerkzeugs eine ergänzende und auf einen Teilbereich beschränkte Umformungssimulation am vorgeformten Blech. Das Versuchswerkzeug kann dabei mit Vorteil ein manuell lösbares Einsatzteil-Verbindungssystem aufweisen. Dies ermöglicht ein handhabungsfreundliches Bestücken des Versuchswerkzeugs mit jeweils zugehörigen Einsatzteilen, so dass auch unterschiedliche Teilbereichsverformungen verhältnismäßig schnell am vorgeformten Blech eingebracht werden können. Das Verbindungssystem kann beispielsweise als Klemm- und/oder als Schraubenverbindungssystem ausgebildet sein.

Zur Lösung der Aufgabe ist ferner ein Umformwerkzeug mit den Merkmalen des Anspruchs 15 vorgesehen, das sich dadurch auszeichnet, dass es einen Stempel und eine Matrize enthält, wobei wenigstens der Stempel mindestens einen Aufnahmesitz aufweist zur trennbaren Befestigung eines zugehörigen, eine Teilbereichsverformung im Blech hervorrufenden Umformwerkzeug-Einsatzteils. Gegebenenfalls können ein Stempeleinsatzteil und/oder ein Matrizeneinsatzteil identisch zu den entsprechenden Einsatzteilen des Versuchswerkzeugs ausgebildet sein. Die ermittelten Umformgeometrieergebnisse des Versuchswerkzeugs können somit direkt zur Umformgeometrieangepassung des Umformwerkzeugs herangezogen werden. Die Umformgeometrie des Umformwerkzeugs als Serienwerkzeug kann dabei in einem vorbestimmten Teilverformungsbereich relativ schnell und variabel an die jeweils zu erfüllenden Umformerfordernisse angepasst werden.

Entsprechend einer bevorzugten Ausführungsform sind ein Stempeleinsatzteil und gegebenenfalls ein Matrizeneinsatzteil in mindestens einem Randbereich des Umformwerkzeugs befestigbar. Das Umformwerkzeug kann somit derart ausgebildet sein, dass bei Vernachlässigung einer grundsätzlich nicht zu vermeidenden elastischen Blechrückverformung eine zusätzliche, geometriekorrigierende Randbereichsverformung an einem ebenen Blech erfolgt. Somit ist es bei Auftreten einer zu starken elastischen Blechrückverformung mittels Anordnung

des Stempелеinsatzteils und gegebenenfalls des Matrizeinsatzteils in mindestens einem Randbereich am Umformwerkzeug möglich, zusätzlich eine geeignete Teilbereichsverformung im Blech zu erzeugen, so dass selbiges einer die elastische Rückverformung wenigstens teilweise kompensierenden Zugbeanspruchung unterzogen wird.

Gemäß einer weiteren, alternativen Ausführungsform weist die Matrize mindestens eine eingearbeitete und jeweils an die Umformgeometrie eines zugehörigen Stempелеinsatzteils im Wesentlichen komplementär angepasste Umformausnehmung auf. Eine Einarbeitung der Umformgeometrie einer Umformausnehmung für eine Teilbereichsverformung in die Matrize kann insbesondere bei solchen Teilbereichsverformungen sinnvoll sein, deren zugehörige stempel- und matrizeseitigen Umformgeometrien nicht zueinander exakt komplementär angepasst sein müssen, so dass auch unterschiedliche stempelseitige Umformgeometrien mit einer unveränderten Umformausnehmung kombinierbar sind.

Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung.

Die Erfindung wird in mehreren bevorzugten Ausführungsbeispielen anhand einer schematischen Zeichnung näher erläutert.

Dabei zeigen:

Fig. 1 eine Perspektivansicht eines teilweise dargestellten, mittels eines Umformwerkzeugs vorgeformten und mittels eines Versuchswerkzeugs mit erfindungsgemäßen Teilbereichsverformungen versehenen Blechs;

Fig. 2 eine Vorderansicht eines teilweise dargestellten, mit erfindungsgemäßen Teilbereichsverformungen versehenen

Randbereichs eines vorgeformten Blechs gemäß einer weiteren Ausführungsform;

Fig. 3 eine Perspektivansicht eines manuell verstellbaren, erfindungsgemäßen Versuchswerkzeugs mit mehreren austauschbaren Umformeinsätzen;

Fig. 4 eine Perspektivansicht eines teilweise dargestellten, erfindungsgemäßen Umformwerkzeugs mit einem Stempel und einer Matrize;

Fig. 5 eine Perspektivansicht eines Details des Stempels eines erfindungsgemäßen Umformwerkzeugs entsprechend einer weiteren Ausführungsform und

Fig. 6 eine Perspektivansicht eines Details der Matrize des Umformwerkzeugs der Fig. 4.

Figur 1 zeigt in schematischer Teildarstellung ein mittels eines unten näher anhand der Figur 4 beschriebenen Umformwerkzeugs 12 tiefgezogenes Blech 10 in Form einer Motorhaube eines Kraftfahrzeugs. Das Blech 10 weist eine mittels des Umformwerkzeugs 12 vorgeformte geometrische Gestaltung auf, die im Wesentlichen der gewünschten Sollgeometrie des herzustellenden Karosserieblechbauteils entspricht. Allerdings setzt besonders bei tiefgezogenen Aluminiumblechen eine verstärkte und grundsätzlich nicht zu vermeidende elastische Rückverformung ein, aufgrund derer auch mittels eines hinsichtlich der Umformgeometrie korrekt ausgebildeten Umformwerkzeugs 12 eine hinreichend präzise Formgenauigkeit des Blechs 10, insbesondere in Bezug auf eine vorgesehene Blechkrümmung in einer Haupterstreckungsebene 20, oftmals nicht direkt zu erzielen ist.

Zur Krümmungsanpassung des derart vorgeformten Blechs 10 werden deshalb nachträglich in einem Randbereich 18 eine Mehrzahl an Teilbereichsverformungen 14 manuell mittels eines unten näher anhand der Figur 3 beschriebenen Versuchswerkzeugs 16 eingebracht. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel sind die Teilbereichsverformungen 14 als blechrandoffene Vertiefungen 26 beziehungsweise Sicken ausgebildet. Mittels der Teilbereichsverformungen 14 im Randbereich 18, der ein im Wesentlichen senkrecht zur Haupterstreckungsebene 20 des Blechs 10 vorstehender Blechrand 22 ist, wird im Blech 10 eine entsprechend den Pfeilen 11 wirkende Zugbeanspruchung erzeugt, die in der Haupterstreckungsebene 20 eine erwünschte Blechkrümmungszunahme bewirkt. Dabei ist die Zunahme der Blechkrümmung durch die Anordnung, Anzahl und/oder geometrische Ausgestaltung der Teilbereichsverformungen 14 variabel einstellbar. Nach Erhalten einer zulässigen Blechgeometrie wird die Geometrie der Teilbereichsverformung 14 zur optimierenden Einstellung der Umformgeometrie des Umformwerkzeugs 12 herangezogen.

Figur 2 zeigt in schematischer Darstellung ein weiteres Ausführungsbeispiel eines gemäß den Pfeilen 13 entsprechend formangepassten, vorgeformten Blechs 12, wobei die im Randbereich 18 mittels des Versuchswerkzeugs 16 eingebrachten Teilbereichsverformungen 14 beziehungsweise Vertiefungen 26 eine voneinander geometrisch unterschiedliche Ausbildung aufweisen. In diesem Ausführungsbeispiel sind die Vertiefungen 26 in Abschnitten des Randbereichs 18 mit unterschiedlicher Breite eingebracht, so dass sich die Vertiefungen 26 hinsichtlich ihrer Länge unterscheiden, nicht jedoch hinsichtlich ihrer Querschnittskontur. Dadurch ist es möglich, mittels desselben Versuchswerkzeugs 16 die Vertiefungen 26 im Randbereich 18 des Blechs 10 einzubringen. Das Ausführungsbeispiel der Figur 2 entspricht ansonsten im Wesentlichen demjenigen der Figur 1.

Figur 3 zeigt das allgemein mit 16 bezeichnete Versuchswerkzeug, das einen Trägerkörper 28 aufweist, an welchem ein zur Blechumformung mittels einer Verstellerschraube 56 gemäß Doppelpfeil 58 verschiebbar geführtes Verstellelement 30 befestigt ist. Das Versuchswerkzeug 16 enthält ferner mindestens einen, im vorliegenden Ausführungsbeispiel drei manuell austauschbare Umformeinsätze 32, die jeweils aus zwei sich umformgeometrisch im Wesentlichen komplementär ergänzenden Einsatzteilen 34 bestehen. Von den zugehörigen Einsatzteilen 34 kann ein erstes Einsatzteil 36 am Verstellelement 30 und ein zweites Einsatzteil 38 am Trägerkörper 28 manuell befestigt werden. Hierzu ist ein lösbares Einsatzteil-Verbindungssystem 40 beispielsweise in Form einer jeweiligen Schraubverbindung vorgesehen, wobei selbige mittels eines geeigneten Schlüssels 54 manuell am Trägerkörper 28 beziehungsweise am Verstellelement 30 erzeugbar und bei Bedarf wieder lösbar ist.

Zur leichteren Handhabung des Versuchswerkzeugs 16 weist selbiges ein Halteelement 60 auf, an welchem eine Bedienperson das Versuchswerkzeug 16 halten kann insbesondere zur Positionierung desselben an ein formanzupassendes Blech 10 (nicht in Figur 3 dargestellt). Hierzu wird das Versuchswerkzeug 16 derart per Hand positioniert, dass sich zwischen den zwei am Versuchswerkzeug 16 montierten und voneinander beabstandeten Einsatzteilen 34 beispielsweise ein nachträglich umzuformender Randbereich 18 des vorgeformten Blechs 10 befindet. Mittels geeigneter Betätigung der Verstellerschraube 56 können nun manuell bei sich frontal im Versuchswerkzeug 16 annähernden Einsatzteilen 34 eine oder mehrere definierte Teilbereichsverformungen 14 beziehungsweise blechrandoffene Vertiefungen 26 in das vorgeformte Blech 10 eingebracht werden. Bei Verwendung von umformgeometrisch unterschiedlichen Umformeinsätzen 32 können dabei auch mehrere, sich geometrisch voneinander unterscheidende Teilbereichsverformungen 14 mittels des

Versuchswerkzeugs 16 in das vorgeformte Blech 10 eingebracht werden. Bei dem Versuchswerkzeug 16 handelt es sich somit um ein Hilfsumformwerkzeug 24. Die sich mittels einer jeweiligen Teilbereichsverformung 14 ändernde Blechgeometrie wird anhand einer Blechgeometrie-Zulässigkeitsprüfung kontrolliert, beispielsweise mittels einer als Formlehre ausgebildeten Prüfeinrichtung (nicht in der Zeichnung dargestellt). Nach Ermitteln einer oder mehrerer zur Blechgeometrieangepassung geeigneter Teilbereichsverformungen 14 wird die geometrische Ausbildung derselben herangezogen zur entsprechenden optimierenden Einstellung der Umformgeometrie des Umformwerkzeugs 12, das ein Serienwerkzeug ist. Es können verschiedene Varianten von Teilbereichsverformungen (Einprägungen) vorab im vorgeformten Blech 10 (Pressteil) mittels des Versuchswerkzeugs 16 eingebracht werden, wobei es sich bei dem Blech 10 um ein Einzel- oder auch um ein Zusammenbauteil handeln kann. Das vorgeformte Blech 10 ist somit ein Versuchsteil, in welches kurzfristig, variabel und kostengünstig mittels des Versuchswerkzeugs 16 geeignete Teilbereichsverformungen 14 eingebracht werden können. Dabei kann auf zeitintensive und gegebenenfalls mehrmals an einem Umformwerkzeug 12, eventuell sogar an mehreren Umformwerkzeugen 12, durchzuführende Versuchsänderungen, wie zum Beispiel in Form von Schweißen, Fräsen, Schleifen und ähnlichem, verzichtet werden.

Die Figuren 4, 5 und 6 zeigen in schematischer Darstellung verschiedene Ausführungsformen eines zur Durchführung des oben beschriebenen Verfahrens geeigneten Umformwerkzeugs 12. Das Umformwerkzeug 12 ist zur Serienfertigung als Tiefziehwerkzeug ausgebildet und enthält einen Stempel 42 und eine Matrize 44. Der Stempel 42 weist gemäß Figuren 4 und 5 in einem Randbereich 52 eine Mehrzahl an voneinander beabstandeten Aufnahmesitzen 46 auf. Die Aufnahmesitze 46 sind derart ausgebildet, dass sie eine manuelle Befestigung und Demontage eines jeweils zugehörigen Umformwerkzeug-Einsatzteils 48, im vorliegenden Ausführungsbeispiel eines

jeweiligen Stempелеinsatzteils 48, erlauben. Als Befestigungssystem für die Stempелеinsatzteile 48 werden vorzugsweise Befestigungsschrauben 62 eingesetzt. Gemäß Figur 6 weist die Matrize 44 dagegen eine Mehrzahl an eingearbeiteten und jeweils an die Umformgeometrie des zugehörigen Stempелеinsatzteils 48 im Wesentlichen komplementär angepassten Umformausnehmungen 50 auf. Diese Umformungsausnehmungen 50 sind in einem entsprechenden Randbereich 52 der Matrize 44 eingearbeitet.

Der Stempel 42 kann entsprechend Figur 4 auch freistehende Aufnahmesitze 46 aufweisen, die somit nicht mit zugehörigen Stempелеinsatzteilen 48 belegt sind, ohne dass diese Aufnahmesitze 46 negative Auswirkungen auf das Blech 10 während des eigentlichen Umformprozesses hervorrufen würden. In diesen Bereichen fehlender Umformfläche des Umformwerkzeugs 12 wird auch bei zusätzlich in der Matrize 44 eingearbeiteten Umformausnehmungen 50 keine zusätzliche Teilbereichsverformung 14 im Blech 10 eingebracht, da das Blech 10 keiner hierzu erforderlichen Umformungsbeanspruchung unterzogen wird. Die Aufnahmesitze 46 des Umformwerkzeugs 12 müssen somit zur Erzielung einer hinreichend genauen Blechumformung nicht grundsätzlich alle mit Umformwerkzeug-Einsatzteilen 48 belegt sein, sondern können gegebenenfalls auch „frei“ bleiben.

Das Umformwerkzeug 12 ist somit geeignet, zusätzlich zur üblichen Blechumformung eine oder mehrere, im Blech 10 hinsichtlich der Umformgeometrie korrigierende und insbesondere mittels Austausch der Stempелеinsatzteile 48 variierbare Teilbereichsverformungen 14 hervorzurufen. Dabei kann das umzuformende Blech 10 bereits einer vorhergehenden Teilverformung oder gegebenenfalls auch vor Beginn des Umformprozesses mittels des Umformwerkzeugs 12 unverformt, das heißt eben sein. Dies bedeutet, dass mindestens eine Teilbereichsverformung 14 im Rahmen eines Tiefziehprozesses

in einem ersten Zug und/oder in einem oder mehreren anschließenden Zügen in das Blech 10 eingebracht werden kann.

Es ist somit möglich, eine blechmaterialspezifische Umformgeometrieoptimierung am Umformwerkzeug 12 vorzunehmen. Die relativ zeitintensive und aufwendige Ermittlung einer optimierten Umformgeometrie kann mittels des Versuchswerkzeug 16 an einem vorgeformten Blech 10 durchgeführt werden, ohne dass hierzu das Umformwerkzeug 12 herangezogen werden muss. Erst nach Festlegung einer optimierten Umformgeometrie mittels des Versuchswerkzeugs 16 am vorgeformten Blech 10 wird das Umformwerkzeug 12 als Serienwerkzeug auf handhabungsfreundliche Weise entsprechend geometrieangepasst. Der eigentliche Umformprozess zum Vorformen oder zum Serienumformen des Blechs 10 ist an sich bekannt, so dass auf eine diesbezügliche Beschreibung verzichtet wird.

Selbstverständlich kann das oben beschriebene Verfahren an unterschiedlichen Blechbauteilen, insbesondere Karosserieblechbauteilen, mit Vorteil angewandt werden, wie zum Beispiel an einer Motorhaube, einem Kofferraumdeckel, einem Kotflügel, einer Blechverkleidung und ähnlichem. Dabei können die Teilbereichsverformungen, beispielsweise in Form von sogenannten Verbrauchssicken, an verhältnismäßig langen Abkant- und/oder Einspreizflanschen eines Karosserieblechs vorgesehen sein zur Gewährleistung einer erwünschten Maßhaltigkeit des umgeformten Blechs. Besonders effektiv wirken sich die oben erwähnten Vorteile bei Umformwerkzeugen aus, die als Serienwerkzeuge zum Tiefziehen von Aluminiumblechen vorgesehen sind.

Patentansprüche

1. Verfahren zum optimierenden Einstellen einer Umformgeometrie eines zur Verformung eines Blechs (10) vorgesehenen Umformwerkzeugs (12),
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass das Blech (10) mittels des einzustellenden Umformwerkzeugs (12) vorgeformt, anschließend zur Korrektur der Blechgeometrie mindestens eine Teilbereichsverformung (14) mittels eines Versuchswerkzeugs (16) im Blech (10) eingebracht und nach Erhalten der zulässigen Blechgeometrie die Geometrie der Teilbereichsverformung (14) herangezogen wird zur Einstellung der Umformgeometrie des Umformwerkzeugs (12).
2. Verfahren nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Teilbereichsverformung (14) in mindestens einen Randbereich (18) des vorgeformten Blechs (10) eingebracht wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass der Randbereich (18) ein im Wesentlichen senkrecht zur Haupterstreckungsebene (20) des Blechs (10) vorstehender Blechrand (22) ist.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass die Teilbereichsverformung (14) manuell mittels eines Hilfsumformwerkzeugs (24) in das vorgeformte Blech (10) eingebracht wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Umformgeometrie des Hilfsumformwerkzeugs (24) zur Einstellung der Umformgeometrie des Umformwerkzeugs (12) herangezogen wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass mindestens zwei Teilbereichsverformungen (14) gleichzeitig und/oder mindestens zwei Teilbereichsverformungen (14) voneinander zeitlich getrennt in das vorgeformte Blech (10) eingebracht werden.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass eine Mehrzahl an voneinander geometrisch unterschiedlich ausgebildeten Teilbereichsverformungen (14) in das vorgeformte Blech (10) eingebracht werden.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Teilbereichsverformung (14) als mindestens eine blechrandoffene Vertiefung (26) ausgebildet ist.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die sich mittels der Teilbereichsverformung (14) ändernde Blechgeometrie anhand einer Blechgeometrie-Zulässigkeitsprüfung kontrolliert wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass die Blechgeometrie-Zulässigkeitsprüfung mittels einer Prüfeinrichtung, insbesondere mindestens einer Formlehre, erfolgt.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Blech (10) ein Metallblech ist, insbesondere aus Aluminium oder aus einer Aluminiumlegierung.
12. Versuchswerkzeug zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Versuchswerkzeug (16) einen Trägerkörper (28), an welchem ein zur Blechumformung verschiebbar geführtes Verstellelement (30) befestigt ist, und mindestens einen Umformeinsatz (32) aufweist.
13. Versuchswerkzeug nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass ein jeweiliger, insbesondere austauschbarer Umformeinsatz (32) aus mindestens zwei sich umformgeometrisch im Wesentlichen komplementär ergänzenden Einsatzteilen (34) besteht, wobei ein erstes Einsatzteil (36) am Verstellelement (30) und ein zweites Einsatzteil (38) am Trägerkörper (28) befestigbar ist.
14. Versuchswerkzeug nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass ein manuell lösbares Einsatzteil-Verbindungssystem (40) vorgesehen ist.
15. Umformwerkzeug insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Umformwerkzeug (12) einen Stempel (42) und eine Matrize (44) enthält, wobei wenigstens der Stempel (42) mindestens einen Aufnahmesitz (46) aufweist zur

trennbaren Befestigung eines zugehörigen, eine Teilbereichsverformung (14) im Blech (10) hervorrufenden Umformwerkzeug-Einsatzteils (48).

16. Umformwerkzeug nach Anspruch 15,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass das Stempleinsatzteil (48) und gegebenenfalls ein Matrizeneinsatzteil in mindestens einem Randbereich (52) des Umformwerkzeugs (12) befestigbar ist.
17. Umformwerkzeug nach Anspruch 15,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Matrize (44) mindestens eine eingearbeitete und jeweils an die Umformgeometrie eines zugehörigen Stempleinsatzteils (48) im Wesentlichen komplementär angepasste Umformausnehmung (50) aufweist.

1/4

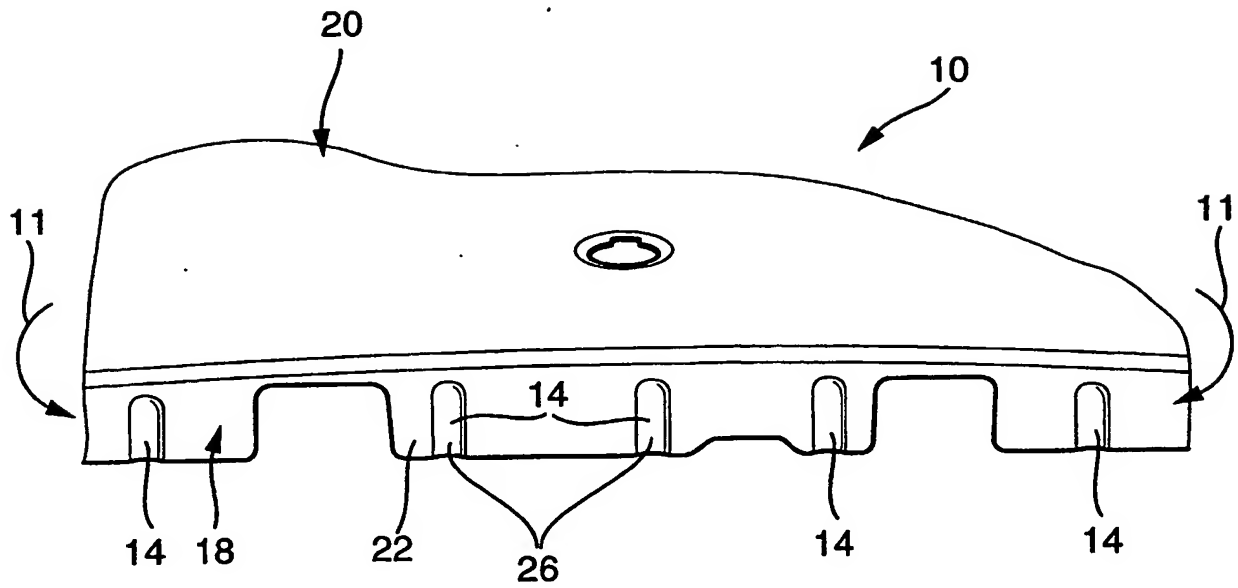


Fig. 1

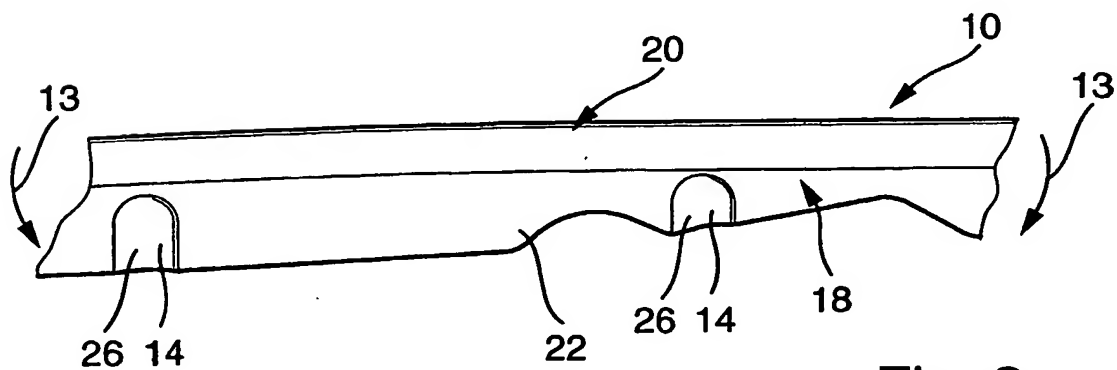
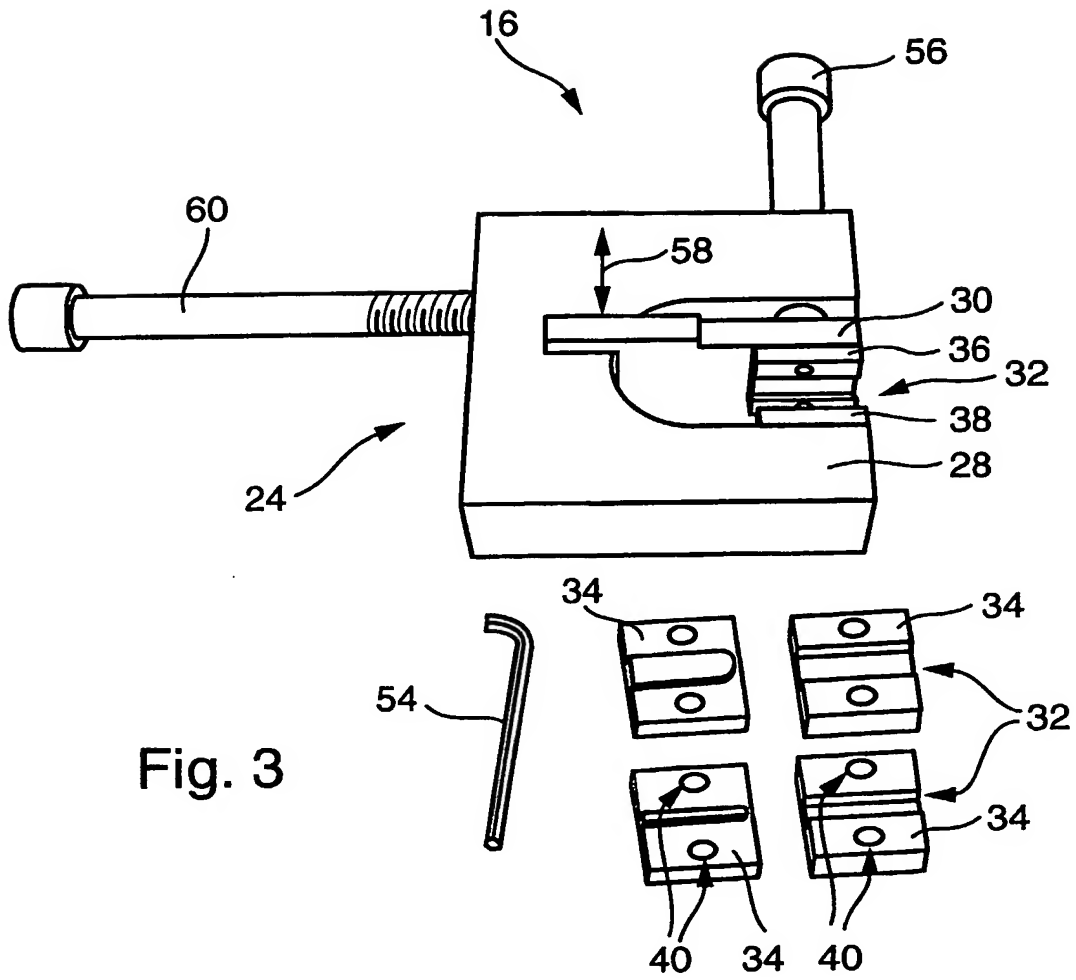


Fig. 2

2/4



3/4

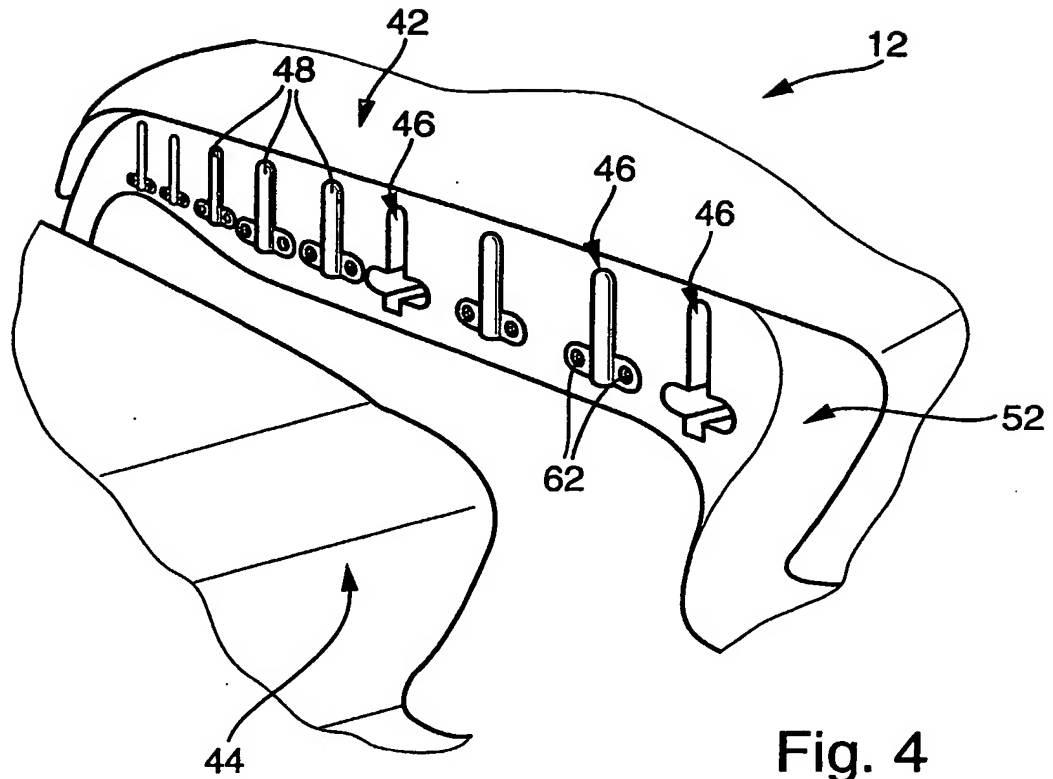


Fig. 4

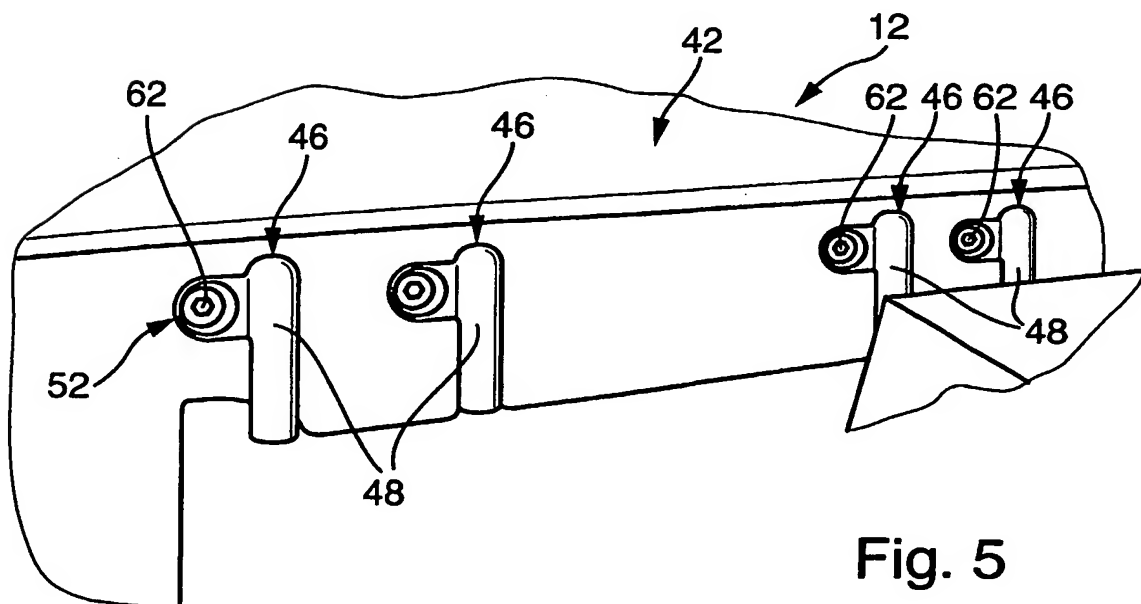


Fig. 5

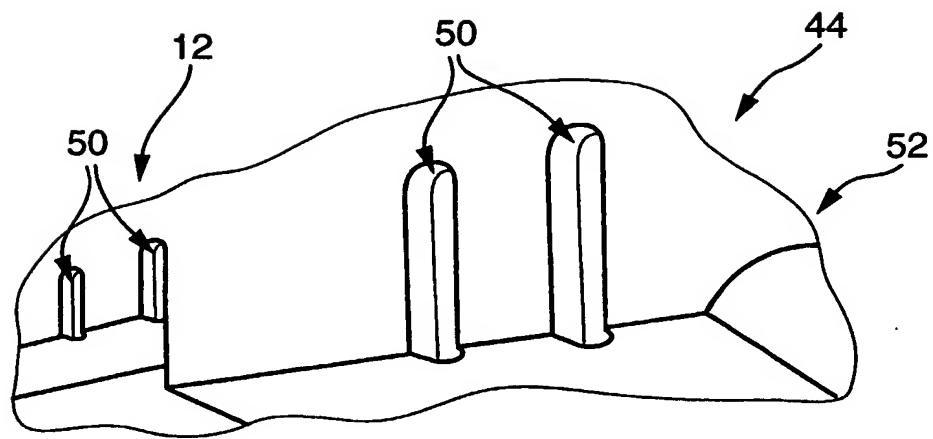


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/04106

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B21D37/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B21D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 41 32 607 A (ERFURT UMFORMTECHNIK GMBH) 8 April 1993 (1993-04-08) cited in the application the whole document -----	1, 12

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 August 2003

Date of mailing of the international search report

27/08/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Peeters, L

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/04106

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 4132607 A	08-04-1993	DE 4132607 A1	08-04-1993
<hr/>			

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/04106

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 B21D37/20

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RESEARCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B21D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 41 32 607 A (ERFURT UMFORMTECHNIK GMBH) 8. April 1993 (1993-04-08) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1,12



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

g Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

18. August 2003

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

27/08/2003

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Peeters, L

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/04106

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4132607 A	08-04-1993	DE 4132607 A1	08-04-1993